



**Eur päisches  
Patentamt**

**European  
Patent Office**

**Office européen  
des brevets**

**Bescheinigung**

**Certificate**

**Attestation**

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

**Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°**

02425428.6

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

**R C van Dijk**





Anmeldung Nr:  
Application no.: 02425428.6  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 28.06.02  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

STMicroelectronics S.r.l.  
Via C. Olivetti, 2  
20041 Agrate Brianza (Milano)  
ITALIE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

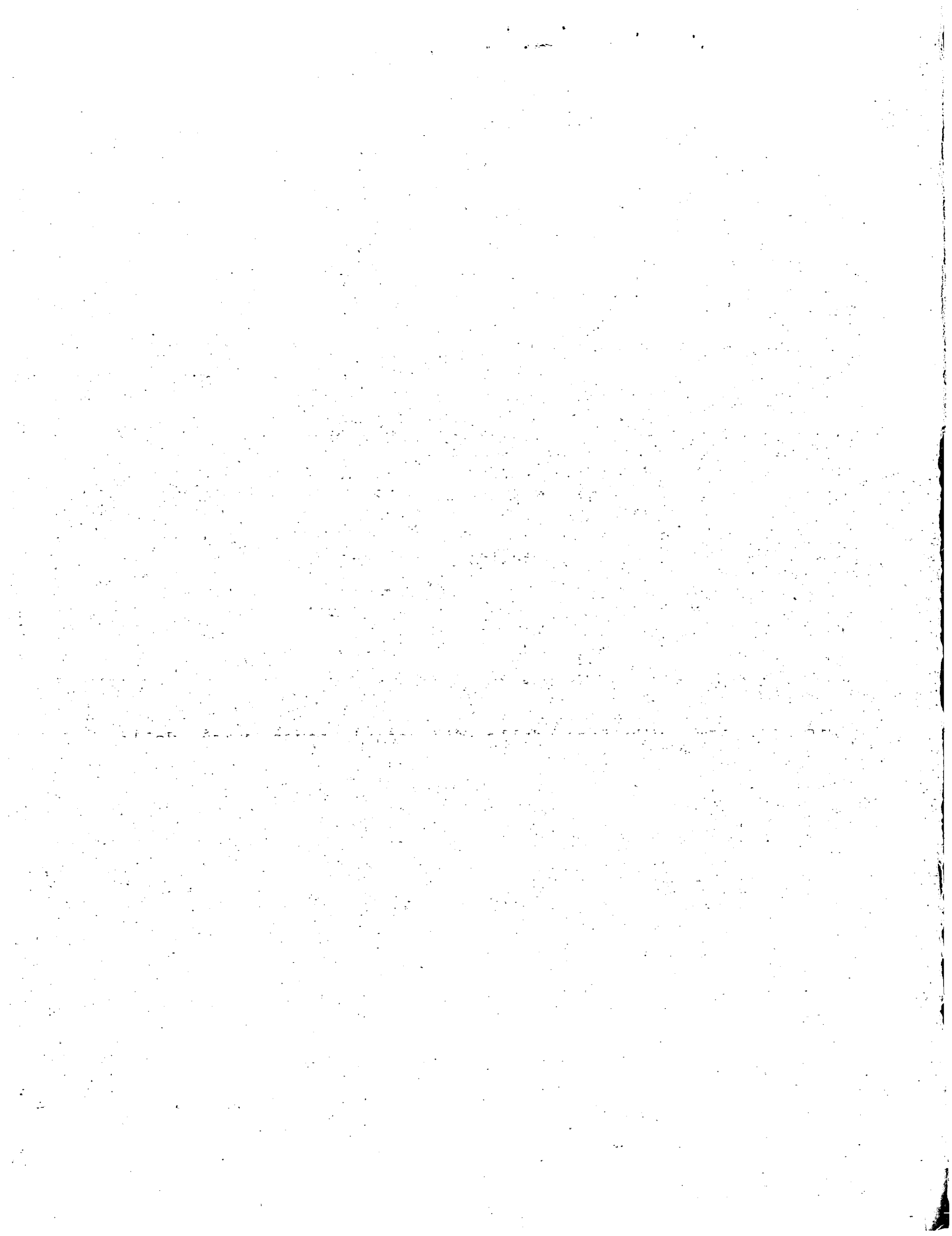
In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

H01L21/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR



PROCEDIMENTO PER LA REALIZZAZIONE DI TRINCEE CON  
PROFILO OBLIQUO E SPALLE ARROTONDATE

La presente invenzione si riferisce ad un  
5 procedimento per la realizzazione di trincee con  
profilo obliquo e spalle arrotondate.

Come è noto, nella microelettronica è sempre più  
sentita l'esigenza di ridurre l'ingombro complessivo  
dei circuiti integrati. Chiaramente, per raggiungere  
10 questo obiettivo, occorre, da un lato, ottimizzare il  
numero di componenti elettronici da realizzare e,  
dall'altro, minimizzare le dimensioni dei componenti  
stessi e, in generale, di tutte le strutture che  
cooperano per il funzionamento del circuito integrato.

15 La riduzione delle dimensioni causa però delle  
difficoltà, ad esempio nella realizzazione delle  
strutture di isolamento che separano zone attive  
adiacenti, e occorre quindi adottare particolari  
accorgimenti.

20 Ad esempio, le cosiddette strutture di isolamento  
STI (dall'inglese "Shallow Trench Isolation") sono  
compatibili con l'impiego di tecnologie che consentono  
la fabbricazione di dispositivi attivi di lunghezza  
inferiore a 0,25  $\mu\text{m}$ . Per realizzare tali strutture di  
25 isolamento, in una fetta di materiale semiconduttore

viene inizialmente aperta una trincea di larghezza e profondità prefissate; successivamente, la trincea viene riempita con ossido di silicio o con un altro materiale dielettrico. La trincea viene normalmente  
5 scavata con un attacco dry in plasma, che è fortemente anisotropo. Le pareti della trincea possono in alcuni casi essere verticali, ma spesso le caratteristiche geometriche ed elettriche dei circuiti impongono che la trincea presenti profilo obliquo e che le pareti siano  
10 inclinate, ad esempio di un angolo compreso fra  $65^\circ$  e  $85^\circ$  ("tapered trench"). Questa soluzione permette ad esempio di evitare che le linee di campo elettrico si addensino in prossimità di angoli troppo pronunciati, creando situazioni potenzialmente pericolose.

15 Per perfezionare le strutture di isolamento di tipo STI, è stato proposto di dotare le trincee di spalle arrotondate, utilizzando la tecnica TCR (dall'inglese "Top Corner Rounding"). Tale tecnica consente di ottenere principalmente due vantaggi: in  
20 primo luogo, aumenta lo spazio a disposizione per realizzare aree attive e, inoltre, si riducono le probabilità che fasi di lavorazione successive causino difetti cristallografici.

Un primo procedimento noto per la realizzazione di  
25 trincee provviste di spalle arrotondate verrà

illustrato con riferimento alle figure 1-6. Secondo tale procedimento, una fetta 1 semiconduttrice viene inizialmente ricoperta con uno strato di ossido di pad 2 e con uno strato di arresto 3 di nitruro di silicio, presentante aperture 4 ottenute con tecniche litografiche convenzionali (figura 1); lo strato di arresto 3 è destinato a essere utilizzato per successive fasi di planarizzazione della fetta 1. Successivamente, uno strato di ossido spesso 5 viene  
10 deposto in modo da ricoprire lo strato di arresto 3 (figura 2) e viene successivamente definito in modo da formare "spacers" 6 all'interno delle aperture 4 (figura 3). Più in dettaglio, gli spacers 6 occupano porzioni periferiche delle aperture 4, lasciando  
15 scoperte porzioni centrali. Mediante attacco anisotropo in plasma, viene poi aperta una trincea 7 con un profilo prefissato (figura 4) e, con un attacco umido, vengono quindi rimossi gli spacers 6 e porzioni dello strato di ossido di pad 3 interne alle aperture 4  
20 (figura 5). A questo punto, la trincea 7 è delimitata superiormente da spalle 8 presentanti spigoli 9. Mediante un ulteriore attacco dry, gli spigoli 9 vengono smussati, in modo da ottenere spalle 8' arrotondate.

25 Il procedimento descritto non è però esente da

limitazioni. Innanzi tutto, l'attacco dry per arrotondare gli spigoli 9 interessa inevitabilmente anche le pareti della trincea 7, il cui profilo viene modificato in modo non controllabile. Questo effetto  
5 indesiderato è svantaggioso, dato che le proprietà elettriche di una struttura di isolamento dipendono, in generale, anche dalla sua forma. Chiaramente, è difficile, se non impossibile, prevedere con accuratezza le interazioni elettriche fra la struttura  
10 di isolamento ottenibile riempiendo la trincea 7 e i dispositivi che dovranno essere realizzati nella fetta 1. Tali interazioni possono rendere il comportamento dei dispositivi integrati nella fetta significativamente diverso rispetto al progetto, sia  
15 nelle prestazioni, sia nei margini di sicurezza per la protezione da eventuali rotture. Inoltre, sono necessarie numerose fasi di lavorazione, in particolare, più fasi alternativamente di attacco in plasma e di attacco umido. Di conseguenza, il metodo è  
20 costoso e complesso da realizzare e il rischio di generare difetti cristallografici non viene ridotto in modo soddisfacente. Al contrario, a causa dell'elevato numero e del tipo di operazioni da eseguire, la fetta deve essere maneggiata e spostata più volte tra diverse  
25 macchine: la fetta rimane quindi esposta a pulviscolo e



ad altre impurità che possono provocare difetti o danni di varia entità.

Un diverso procedimento, illustrato con riferimento alle figure 7-10, prevede di realizzare uno strato di ossido di pad 11 e uno strato di arresto 12 al di sopra di una fetta 10, come già descritto in precedenza. In particolare, lo strato di arresto 12 viene definito utilizzando una maschera di resist 13. Quindi (figura 8), porzioni scoperte dello strato di ossido di pad 2 e porzioni di silicio immediatamente sottostanti vengono rimosse mediante un attacco anisotropo con profilo inclinato, in particolare un attacco dry polimerizzante. Come è noto, questo tipo di attacco viene effettuato in particolari condizioni, tali per cui, contemporaneamente alla rimozione di materiale dalla fetta 1, si verifica un fenomeno di microdeposizione dei composti presenti nel plasma. Sulle pareti verticali o fortemente inclinate, il tasso di microdeposizione è superiore al tasso di attacco e quindi, attorno ai tratti a pendenza elevata, cresce progressivamente una pellicola polimerica 14 protettiva. A partire dalla periferia, la superficie orizzontale esposta all'attacco si riduce nel tempo con gradualità; in questo modo, si ottengono spalle 15 arrotondate, come mostrato in figura 8. Infine, viene

aperta una trincea 16 mediante un ulteriore attacco dry anisotropo (figura 9) e la maschera di resist 13 e la pellicola polimerica 14 vengono rimosse (figura 10a).

Il procedimento sopra descritto, però, soffre di una notevole limitazione, in quanto non permette di realizzare trincee a profilo obliquo, ma solo verticale. Per ottenere un profilo obliquo, infatti, occorre eseguire un ulteriore attacco dry polimerizzante, utilizzando però un polimero assai diverso dal precedente. Inoltre, la trincea viene aperta prima della rimozione della pellicola polimerica formata durante il primo attacco dry, che quindi è ancora presente. In pratica, la pellicola polimerica influenza l'evoluzione del secondo attacco dry, inducendo regimi di polimerizzazione diversi a seconda della profondità raggiunta all'interno della fetta 10. Più in dettaglio, durante il secondo attacco dry si forma una seconda pellicola polimerica 17, che però non cresce con regolarità: all'inizio del processo e in prossimità della pellicola polimerica 14, l'accrescimento della seconda pellicola polimerica 17 è più rapido e rallenta man mano che la trincea 16' viene scavata. In pratica, quindi, si ottiene un profilo bombato, sostanzialmente a forma di cuspidi, come mostrato in figura 10b. Il profilo a cuspidi non è

soddisfacente, sia perché impone di progettare i dispositivi tenendo conto di fenomeni complessi, dovuti proprio alla pendenza non costante delle pareti della trincea 16', sia, soprattutto, perché causa diversi  
5 inconvenienti nelle fasi di lavorazione successive. In particolare, il riempimento della trincea 16' è reso difficoltoso e quindi è spesso imperfetto; nelle fasi di trattamento termico, le porzioni della fetta 10' circondanti la trincea 16' sono sottoposte a fortissime  
10 sollecitazioni meccaniche; inoltre, si possono formare difetti cristallografici, specialmente sul fondo della trincea 16'.

In alternativa, è possibile rimuovere la pellicola polimerica 14 formata durante il primo attacco  
15 polimerizzante prima di effettuare il secondo attacco.

Tuttavia, la rimozione completa della pellicola cresciuta durante un attacco polimerizzante è difficoltosa e richiede un lavaggio wet della fetta che causa però la completa rimozione del resist  
20 residuo. Gli attacchi successivi avrebbero così un potere polimerizzante molto limitato (il polimero proviene infatti in gran parte dai prodotti di attacco del fotoresist), rendendo di fatto impossibile realizzare il profilo obliquo desiderato. Inoltre,  
25 questa soluzione prevede di prelevare la fetta,

sistamarla in una diversa macchina, effettuare il lavaggio e riposizionare la fetta per effettuare il secondo attacco al plasma. Tutte queste fasi devono essere evidentemente ripetute per rimuovere separatamente le pellicole 14 e 17, rendendo il processo di fabbricazione troppo complesso.

Scopo della presente invenzione è fornire un procedimento per la realizzazione di strutture isolanti, che sia privo degli inconvenienti descritti.

10 Secondo la presente invenzione viene fornito un procedimento per la realizzazione di strutture isolanti con profilo obliquo e spalle arrotondate, come definito nella rivendicazione 1.

Per una migliore comprensione dell'invenzione, ne 15 vengono ora descritte alcune forme di realizzazione, a puro titolo di esempio non limitativo e con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- le figure 1-6 sono sezioni trasversali attraverso una fetta semiconduttrici in successive fasi 20 di lavorazione, secondo un procedimento noto;

- le figure 7-10b sono sezioni trasversali attraverso fette semiconduttrici in successive fasi di lavorazione, secondo un diverso procedimento noto;

- le figure 11-15 sono sezioni trasversali 25 attraverso una fetta semiconduttrici in successive fasi

di lavorazione del procedimento secondo la presente invenzione;

- la figura 16 è una vista schematica di un'apparecchiatura utilizzata in una fase del  
5 procedimento secondo la presente invenzione;

- la figura 17 è un grafico che mostra l'andamento di una grandezza relativa al presente procedimento;

- le figure 18-20 sono sezioni trasversali della fetta delle figure 11-15, in successive fasi di  
10 lavorazione; e

- le figure 21-23 sono grafici che mostrano andamenti di grandezze relative rispettivamente a una seconda, a una terza e a una quarta forma di attuazione del procedimento secondo la presente invenzione.

15 Con riferimento alle figure 11-20, una fetta 20 di materiale semiconduttore, ad esempio silicio monocristallino, comprende un substrato 21, su cui viene inizialmente cresciuto uno strato di ossido di pad 22. Al di sopra dello strato di ossido di pad 22  
20 viene poi formato uno strato di arresto 23, destinato a essere utilizzato per successive fasi di planarizzazione della fetta 20. Lo strato di arresto 23 presenta aperture 25 scoprenti porzioni 22' dello strato di ossido di pad 22; in particolare le porzioni  
25 22' sovrastano regioni del substrato 21 che dovranno in

seguito essere attaccate. Lo strato di arresto 23 viene realizzato utilizzando una maschera di resist 26, che viene deposta e poi definita fotolitograficamente.

Successivamente, viene effettuato un primo attacco  
5 dry polimerizzante, come mostrato in figura 12.

L'attacco polimerizzante è un attacco in plasma, preferibilmente a base di  $\text{CHF}_3$  o  $\text{CH}_2\text{F}_2$ . In dettaglio, in questa fase, vengono rimosse le porzioni 22' dello strato di ossido di pad 22 e il silicio sottostante  
10 viene leggermente scavato in modo da formare depressioni 28. Durante l'attacco polimerizzante, sulle superfici 23a della maschera hard 23 e 26a della maschera di resist 26 delimitanti le aperture 25 si forma una prima pellicola polimerica 30, che cresce  
15 gradualmente di spessore verso l'interno delle aperture

25. All'aumentare dello spessore della prima pellicola polimerizzante 30, la superficie esposta dello strato di ossido di pad 22 prima e del substrato 21 poi diminuisce, a partire dalla periferia. Di conseguenza,  
20 col passare del tempo l'attacco interessa un'area centrale sempre più ristretta, che viene scavata più a fondo rispetto alle zone periferiche. In questo modo, si formano spalle 29 arrotondate che delimitano le depressioni 28.

25 Viene quindi eseguito un secondo attacco dry

polimerizzante per aprire una trincea 31 (figure 13-15). Il secondo attacco polimerizzante è un attacco fortemente anisotropo in plasma, preferibilmente a base di HBr e  $O_2$ ; inoltre, l'attacco può essere effettuato in presenza di  $Cl_2$  e  $N_2$ . Il secondo attacco polimerizzante è un attacco in condizioni di plasma variabili. Più in dettaglio, l'attacco in plasma viene effettuato collocando la fetta 20 in una camera di attacco 32, nella quale fluisce una miscela nota di gas in prefissate condizioni di temperatura, di pressione e di flusso (figura 16). Inoltre, la camera di attacco 32 è posta a una tensione di camera  $V_c$ , mentre la fetta 20 è mantenuta a una tensione di fetta  $V_w$ . Il plasma, per il fatto di entrare in contatto con la camera di attacco 32, si porta a una tensione di plasma  $V_p$  superiore di una quantità nota rispetto alla tensione di camera  $V_c$ . Di conseguenza, fra la superficie esposta della fetta 20 (più specificamente, del substrato 21) e il plasma è presente una tensione di attacco  $V_E = V_p - V_w$ ; inoltre, la tensione di attacco  $V_E$  è controllabile attraverso la tensione di fetta  $V_w$ . Il tasso di rimozione del silicio e il tasso di microdeposizione del materiale polimerico del plasma sono influenzati da diversi parametri, fra i quali la tensione di attacco  $V_E$ . In particolare, a parità delle altre condizioni, il tasso di

microdeposizione aumenta al crescere del valore assoluto della tensione di attacco  $V_E$ . Quindi, durante il secondo attacco polimerizzante, si forma una seconda pellicola polimerica 33 che cresce con una velocità  
5 dipendente dalla tensione di attacco  $V_E$ . Secondo l'invenzione, la tensione di attacco  $V_E$  viene variata durante il secondo attacco polimerizzante in modo da controllare l'accrescimento della seconda pellicola polimerica 33 e quindi la pendenza di pareti 35 della  
10 trincea 31. Più in dettaglio, il secondo attacco polimerizzante è a passi discreti e comprende un numero  $N$  di fasi eseguite in successione; come mostrato in figura 17, alle fasi dell'attacco sono associati rispettive durate  $T_1, T_2, \dots, T_N$  e rispettivi valore  $V_{E1},$   
15  $V_{E2}, \dots, V_{EN}$  crescenti della tensione di attacco  $V_E$ . Ad esempio, il secondo attacco polimerizzante può comprendere tre passi tutti della durata di 30 s; inoltre, per ciascun passo il valore della tensione di attacco  $V_E$  è ottenuto mantenendo costante la tensione di  
20 camera  $V_C$  (ad esempio a 0 V) e imponendo valori della tensione di fetta  $V_W$  rispettivamente pari a 10 V, 20 V e  
30 V. In questo modo viene fornita una tensione di attacco  $V_E$  a rampa discreta. Le fasi dell'attacco vengono inoltre eseguite in cascata in rapida  
25 successione, sostanzialmente senza interruzioni.



In questo modo, vengono compensate le variazioni della velocità di accrescimento della seconda pellicola polimerizzante 33 causate dalla presenza della prima pellicola polimerizzante 30, in particolare in  
5 prossimità della superficie scoperta 36 del substrato 21. In una fase iniziale del secondo attacco polimerizzante (figura 13), l'accrescimento della seconda pellicola polimerica è rapido perché, oltre all'effetto dovuto alla tensione di attacco  $V_E$ , incide  
10 significativamente la presenza della prima pellicola polimerica 30. Infatti, la prima pellicola polimerica 30 è inizialmente contigua alla superficie scoperta 36 che viene attaccata.

In una fase successiva (figura 14), dopo che una  
15 prima quantità di silicio è stata rimossa e la trincea 31 ha cominciato a formarsi, la superficie scoperta 36' si trova a profondità maggiore nel substrato 21. Dato che è aumentata la distanza dalla prima pellicola polimerica 30, l'influenza di quest'ultima sulla  
20 velocità di accrescimento della seconda pellicola polimerica 33 in prossimità della superficie scoperta 36' è minore, ma viene compensata dall'incremento imposto alla tensione di attacco  $V_E$ . In pratica, quindi, la porzione del substrato 21 esposta all'attacco  
25 continua a diminuire con gradualità e in modo correlato

al tasso di rimozione del silicio; la pendenza delle pareti 37 che delimitano la trincea 31 è così mantenuta costante.

Nelle successive fasi dell'attacco, la tensione di attacco  $V_E$  viene variata come già spiegato con riferimento alla figura 17, in modo che le variazioni nel tasso di microdeposizione del materiale polimerico e nel tasso di rimozione del silicio compensino il diverso effetto causato dalla prima pellicola polimerica 30.

In figura 15 è mostrata la fetta 20 al termine del secondo attacco polimerizzante: si possono individuare la trincea 31, delimitata dalle pareti 37 a pendenza costante e la prima e la seconda pellicola polimerica 30, 33. In particolare, le pareti 37 formano costantemente un angolo (rispetto a una superficie parallela a una faccia 38 del substrato 21. Preferibilmente, l'angolo (è compreso fra  $65^\circ$  e  $85^\circ$  e, ad esempio, è pari a  $80^\circ$ .

Dopo il secondo attacco polimerizzante, la prima e la seconda pellicola polimerica 30, 33 e la maschera di resist 26 vengono rimosse contemporaneamente con un'unica fase di lavaggio wet (figura 18). Mediante CVD ("Chemical Vapor Deposition"), la trincea 31 viene quindi completamente riempita con un materiale

dielettrico, preferibilmente ossido di silicio, in modo da realizzare una struttura isolante 40 estendentesi nel substrato 21 per tutta la profondità della trincea 31 (figura 19). Porzioni eccedenti di ossido, lo strato di arresto 23 e lo strato di ossido di pad 22 vengono poi rimossi dopo la planarizzazione della fetta 20. La lavorazione della fetta 20 viene quindi completata con fasi standard per realizzare circuiti integrati 41, indicati schematicamente in figura 20 mediante simboli di componenti elettronici attivi e passivi. In particolare, i circuiti integrati 41 vengono realizzati all'interno di aree attive 42 della fetta 20 delimitate da strutture isolanti 40 adiacenti.

In una seconda forma di attuazione dell'invenzione, la tensione di attacco  $V_E$  viene variata con continuità secondo una rampa lineare, come mostrato in figura 21. Anche in questo caso, viene controllata la tensione di fetta  $V_w$ , in modo da ottenere la tensione di attacco  $V_E$  desiderata.

Una terza forma di attuazione dell'invenzione prevede di variare la composizione del plasma utilizzata durante il secondo attacco polimerizzante. Più in dettaglio, nel plasma sono presenti almeno due gas: un primo gas, ad esempio  $HBr$  o  $Cl_2$ , viene utilizzato per attaccare il substrato 21, mentre un

secondo gas, ad esempio  $O_2$ ,  $HeO_2$  o  $N_2$ , determina la polimerizzazione e la microdeposizione di materiale polimerico. Al fine di controllare il regime di polimerizzazione, viene variata la concentrazione C del  
5 gas polimerizzante presente nella miscela. In particolare, tale concentrazione C viene aumentata secondo un andamento a rampa discreta, come illustrato in figura 22.

In una quarta forma di attuazione dell'invenzione,  
10 durante il secondo attacco polimerizzante viene modificata la pressione P del plasma, anche in questo caso secondo un andamento a rampa discreta (si veda la figura 23)..

Il procedimento descritto è vantaggioso  
15 principalmente perché permette di realizzare strutture isolanti con pareti inclinate a pendenza costante e insieme dotate di spalle arrotondate. È quindi possibile sfruttare i vantaggi della tecnica TCR anche nei numerosi casi in cui occorre scavare trincee con  
20 profilo obliquo. In particolare, è possibile definire aree attive di elevata qualità, ridurre gli effetti parassiti all'interno delle aree attive stesse; inoltre, l'utilizzo della tecnica TCR per scavare trincee riduce il rischio che in fasi di lavorazione  
25 successive, specialmente durante i trattamenti termici,

si generino difetti cristallografici. In pratica, quindi, migliorano notevolmente sia la resa del procedimento, sia la qualità dei dispositivi che possono essere realizzati nelle aree attive.

5        Inoltre, il procedimento è realizzato in modo estremamente semplice, in quanto richiede l'esecuzione di un basso numero di fasi, peraltro molto comuni nella microelettronica; di conseguenza, anche il costo complessivo del procedimento secondo l'invenzione è  
10        assai contenuto.

Risulta infine evidente che al descritto possono essere apportate modifiche e varianti, senza uscire dall'ambito della presente invenzione.

Ad esempio, durante il secondo attacco  
15        polimerizzante, è possibile variare la tensione di attacco in modo diverso da quanto descritto. In particolare, la tensione di attacco può avere andamento a parabola, sia continua, sia discreta, o anche di altro tipo. Inoltre, nel caso di tensione di attacco  
20        variabile secondo una funzione a gradini, gli incrementi della tensione di attacco potrebbero non essere uniformi; le varie fasi del secondo attacco polimerizzante possono anche avere durate differenti.

## RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per la realizzazione di trincee con profilo obliquo e spalle arrotondate, comprendente le fasi di:

5        mediante un primo attacco polimerizzante, formare in una fetta semiconduttrice (20) depressioni (28) delimitate da spalle arrotondate (29); e

         mediante un secondo attacco polimerizzante, aprire  
10        trincee (31) in corrispondenza di dette depressioni (28);

         caratterizzato dal fatto che detto secondo attacco polimerizzante è un attacco in condizioni di plasma variabili.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1,  
15        caratterizzato dal fatto che detta fase di effettuare detto secondo attacco polimerizzante comprende variare una tensione di attacco ( $V_E$ ) fra detto plasma e detta fetta (20).

3. Procedimento secondo la rivendicazione 2,  
20        caratterizzato dal fatto che detta fase di variare comprende aumentare detta tensione di attacco ( $V_E$ ).

4. Procedimento secondo la rivendicazione 2 o 3, caratterizzato dal fatto che detta tensione di attacco ( $V_E$ ) è una tensione a rampa discreta.

25        5. Procedimento secondo la rivendicazione 4,

caratterizzato dal fatto detta tensione di attacco ( $V_E$ ) presenta passi di durata costante ( $T_1, T_2, \dots, T_N$ ).

6. Procedimento secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detta durata costante ( $T_1, T_2, \dots, T_N$ ) è pari a 30 s.

7. Procedimento secondo la rivendicazione 2 o 3, caratterizzato dal fatto che detta tensione di attacco ( $V_E$ ) è una tensione a rampa lineare.

8. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 2-7, caratterizzato dal fatto che detta fase di variare detta tensione di attacco ( $V_E$ ) comprende:

- collocare detta fetta (20) in una camera di attacco (32);

15 - fornire a detta camera di attacco (32) una tensione di camera ( $V_C$ ) costante; e

- fornire a detta fetta (20) una tensione di fetta ( $V_W$ ) variabile.

9. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detto secondo attacco polimerizzante è un attacco a base di  $HBr$  e  $O_2$ .

10. Procedimento secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che detto seconda attacco polimerizzante è effettuato in presenza di  $Cl_2$  e  $N_2$ .

11. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detto primo attacco polimerizzante è effettuato utilizzando una sostanza scelta nel gruppo composto da:  
5  $\text{CHF}_3$ ,  $\text{CH}_2\text{F}_2$ .

12. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta fase di effettuare detto secondo attacco polimerizzante comprende aumentare una concentrazione  
10 (C) di una specie polimerizzante presente in detto plasma.

13. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta fase di effettuare detto secondo attacco  
15 polimerizzante comprende aumentare una pressione (P) di detto plasma.

14. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta fase di effettuare un primo attacco  
20 polimerizzante e detta fase di effettuare un secondo attacco polimerizzante sono eseguite utilizzando una struttura mascherante (23, 26).

15. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di  
25 comprendere la fase di riempire detta trincea (31) con



un materiale dielettrico.

16. Fetta semiconduttrice comprendente aree attive (42) e trincee (31) definenti dette aree attive (42); caratterizzata dal fatto che dette trincee (31) 5 presentano spalle arrotondate (29) e sono delimitate da pareti (37) oblique aventi pendenza ( $\alpha$ ) costante.

17. Fetta secondo la rivendicazione 16, caratterizzata dal fatto che detta pendenza ( $\alpha$ ) è compresa fra  $65^\circ$  e  $85^\circ$ .

10 18. Fetta secondo la rivendicazione 16 o 17, caratterizzata dal fatto che dette trincee sono riempite di materiale dielettrico, in modo da formare strutture isolanti (40).

# RIASSUNTO

Procedimento per la realizzazione di trincee con profilo obliquo e spalle arrotondate, includente le  
5 fasi di: mediante un primo attacco polimerizzante, formare in una fetta semiconduttrice (20) depressioni (28) delimitate da spalle arrotondate (29); e mediante un secondo attacco polimerizzante, aprire trincee (31) in corrispondenza delle depressioni (29). Il secondo  
10 attacco polimerizzante viene effettuato in condizioni di plasma variabili, in modo che le trincee (31) abbiano pareti (37) oblique a pendenza ( $\alpha$ ) costante.

15 Figg. 12 e 15

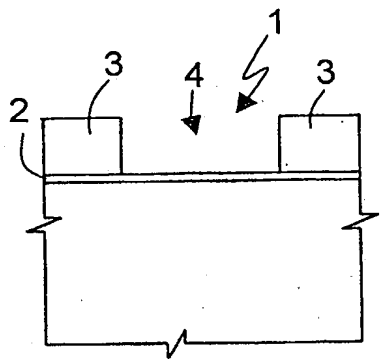


Fig. 1

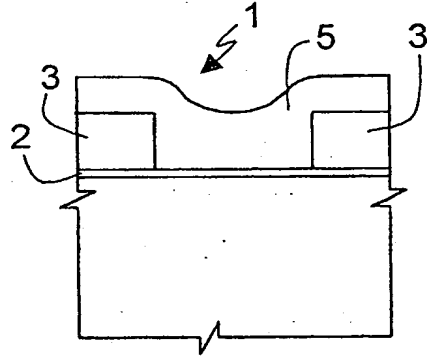


Fig. 2

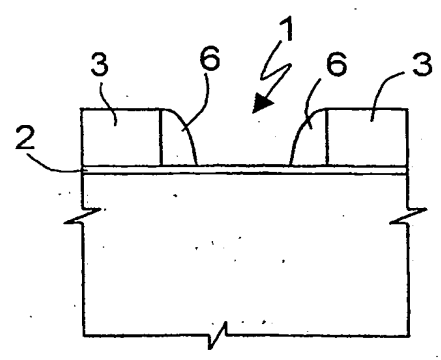


Fig. 3

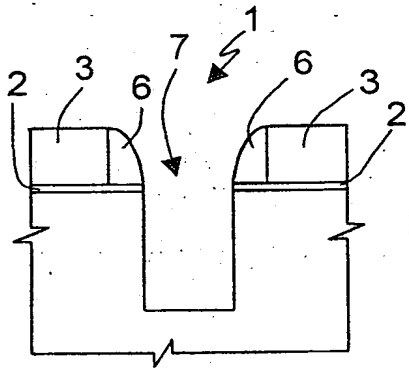


Fig. 4

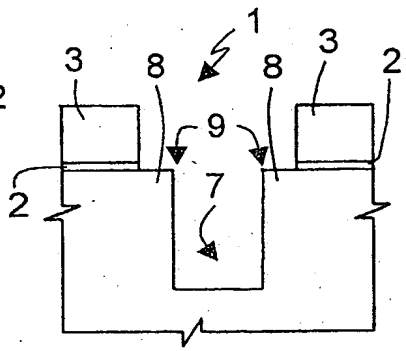


Fig. 5

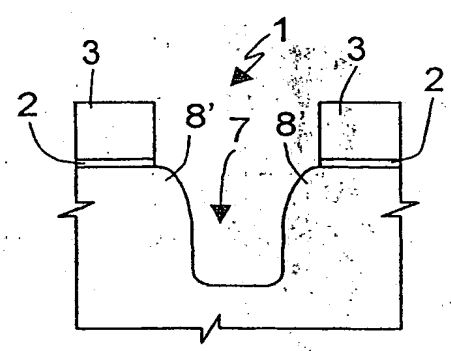


Fig. 6

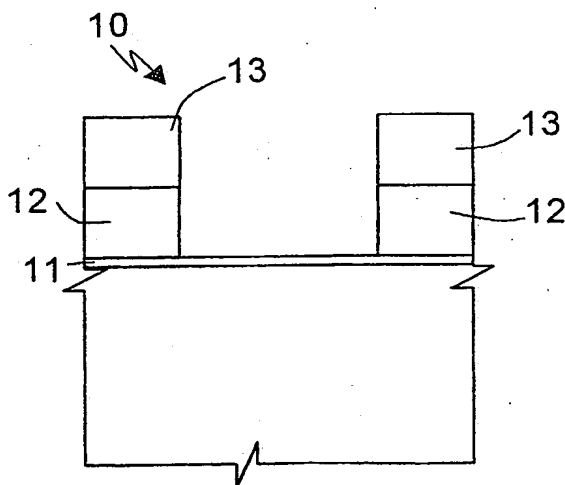


Fig. 7

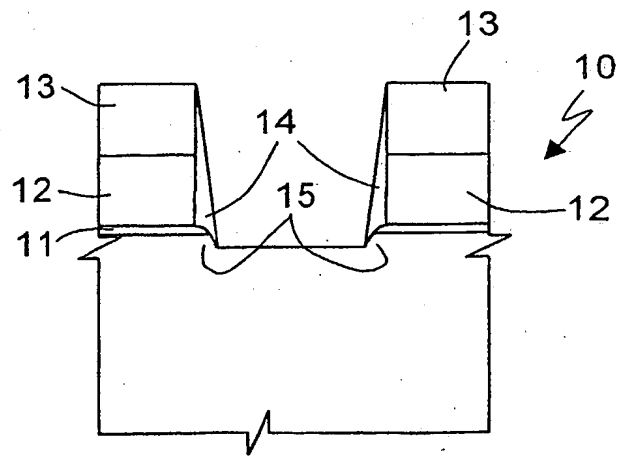


Fig. 8

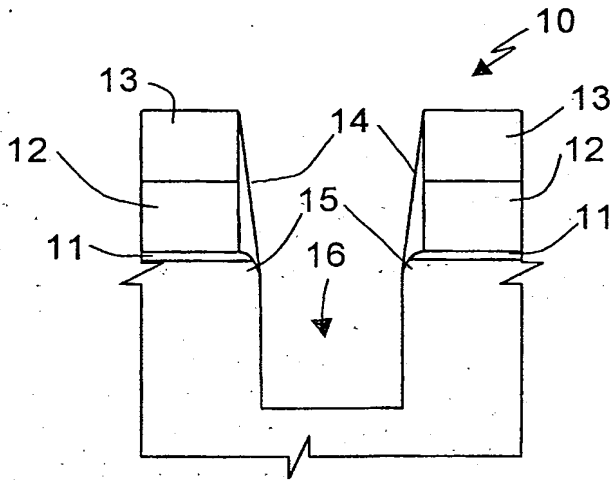


Fig. 9

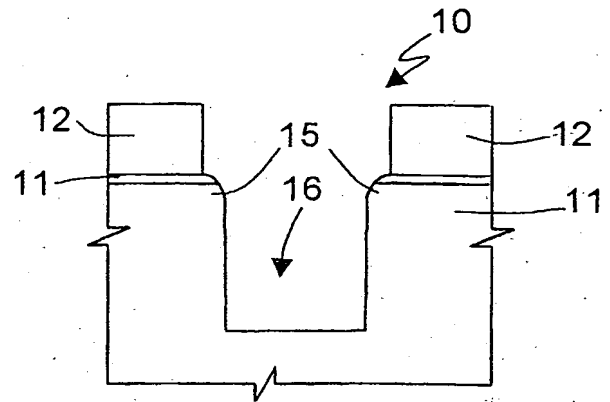


Fig. 10a

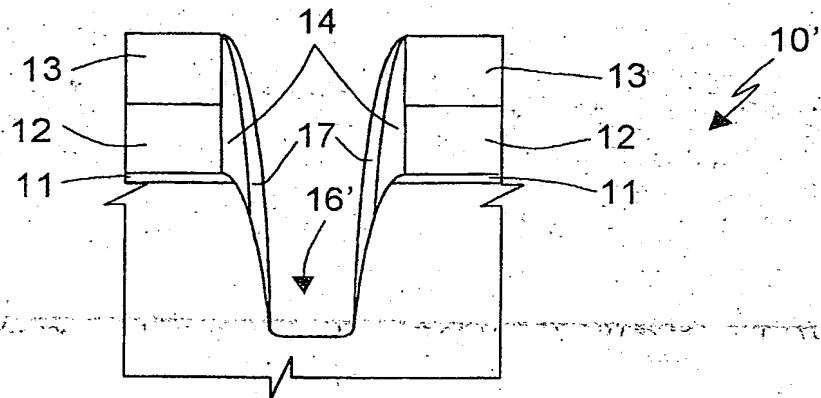


Fig. 10b

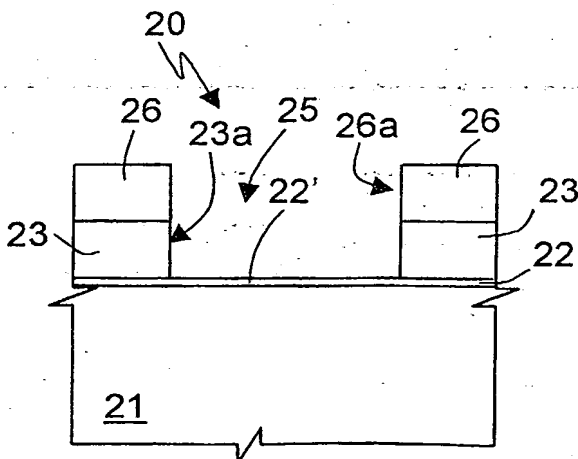


Fig. 11

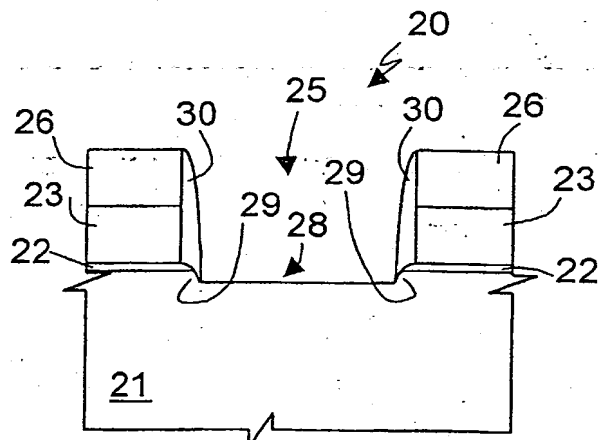


Fig. 12

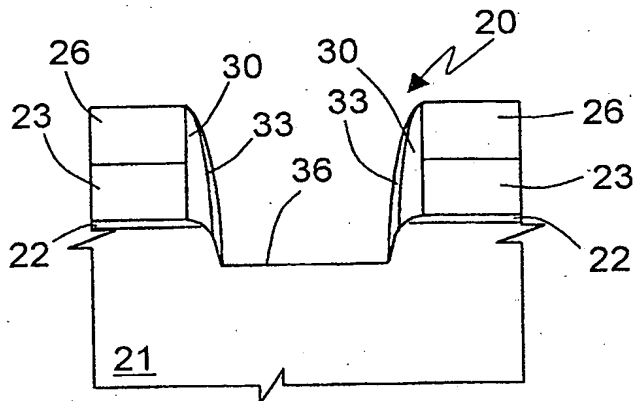


Fig. 13

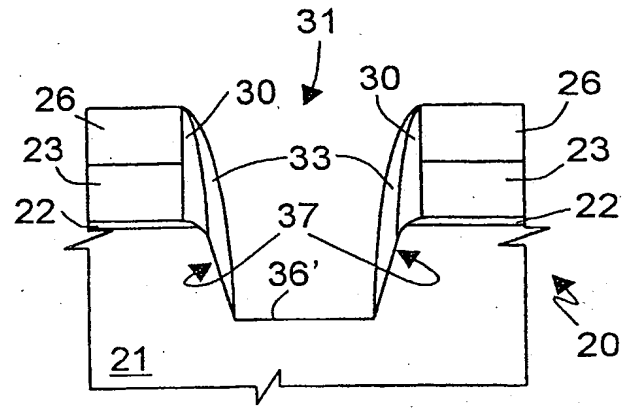


Fig. 14

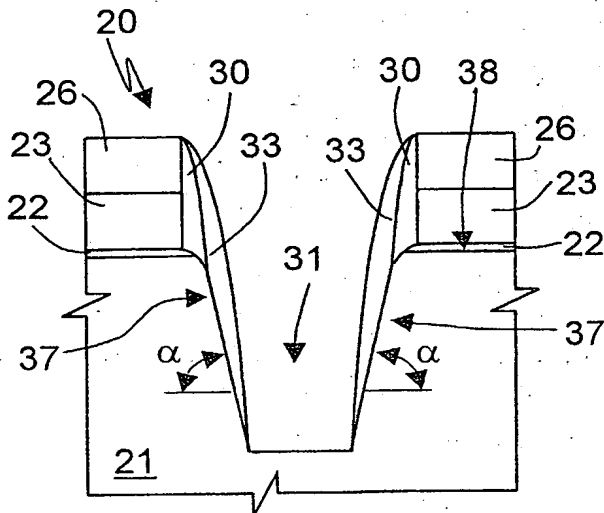


Fig. 15

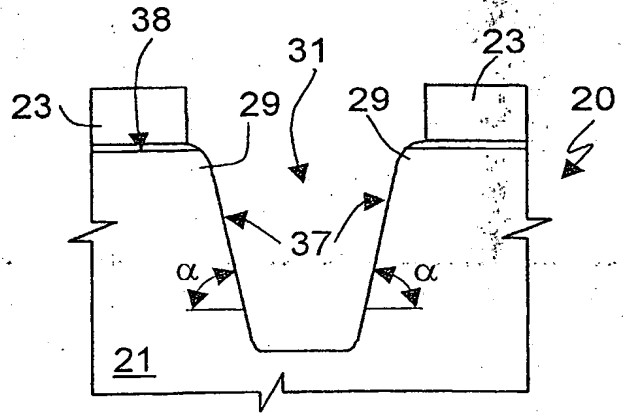


Fig. 18

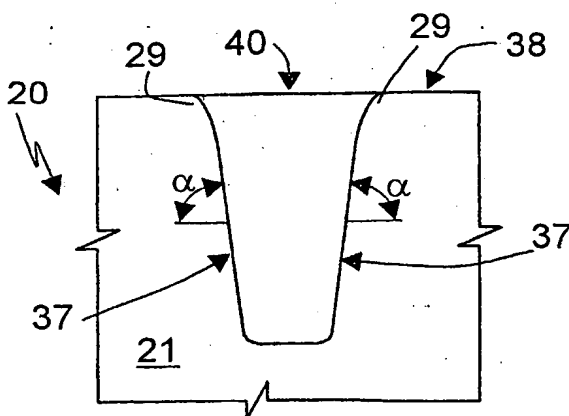


Fig. 19

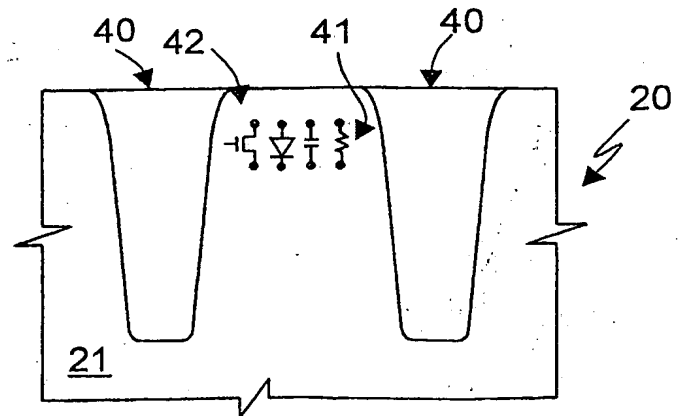


Fig. 20

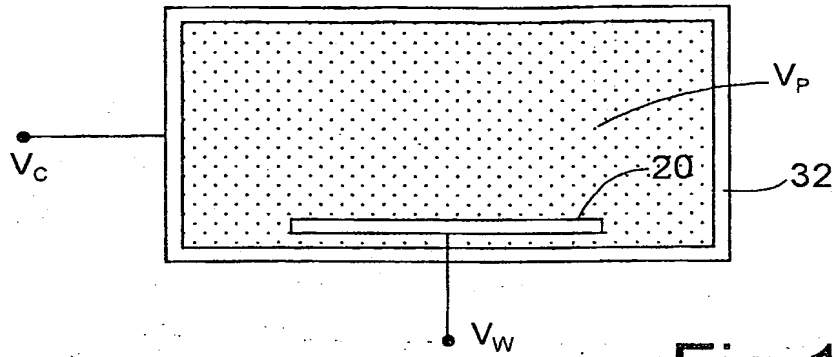


Fig.16

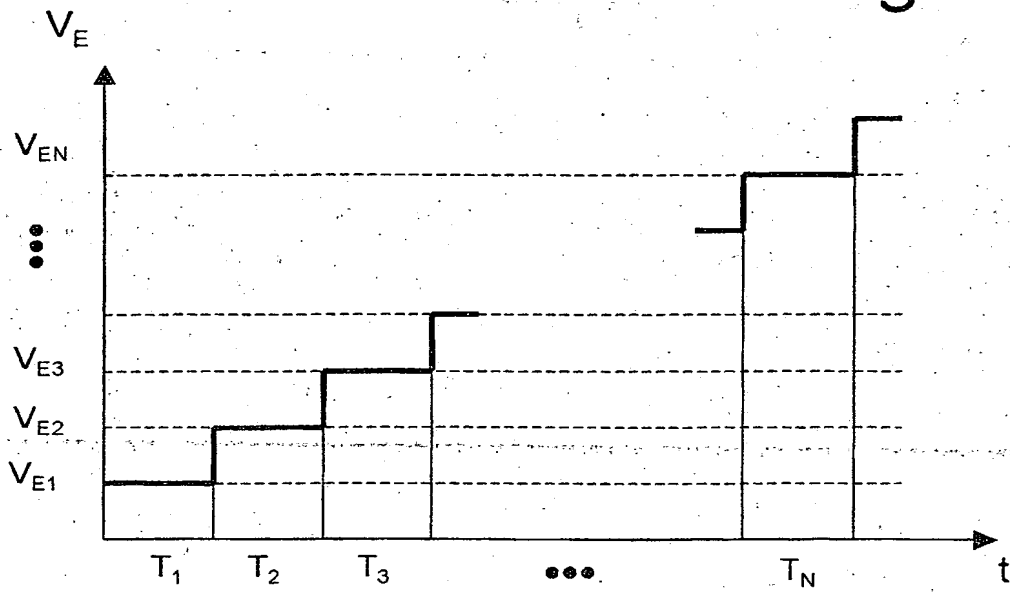


Fig.17

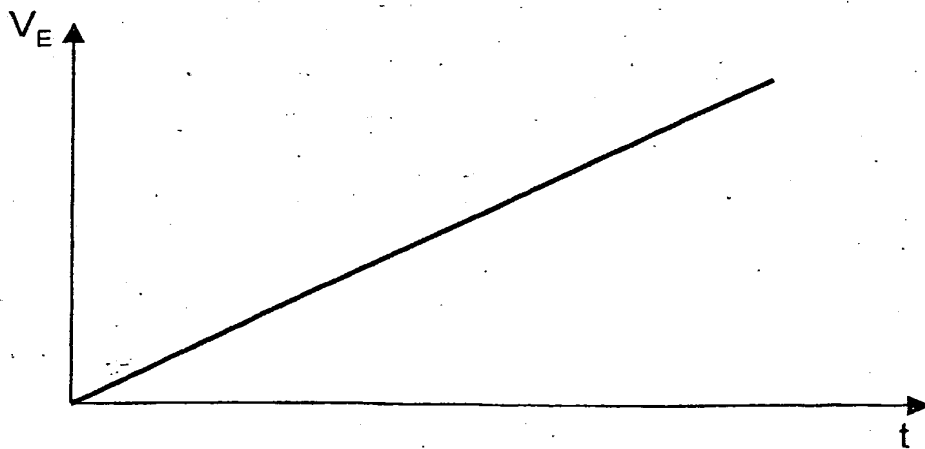


Fig.21

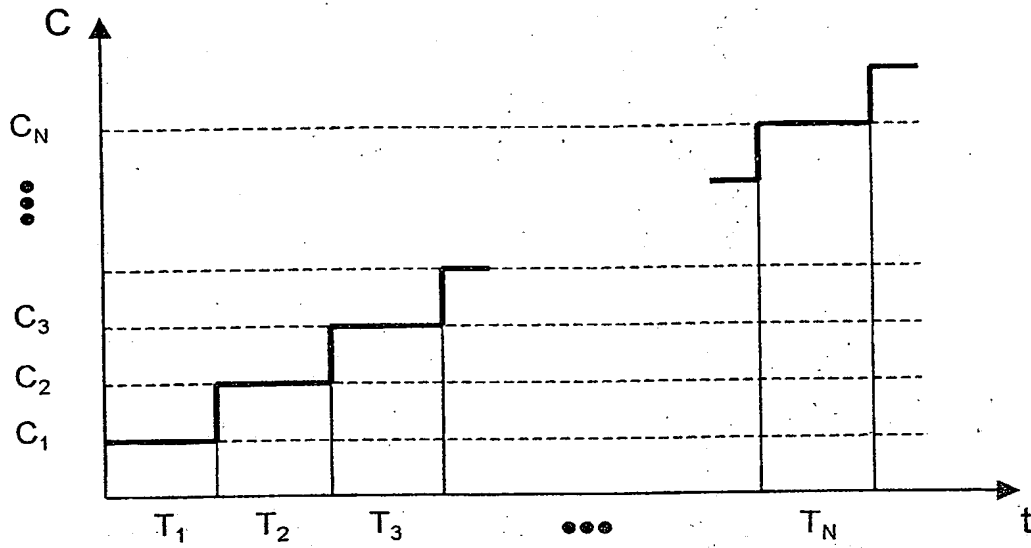


Fig.22

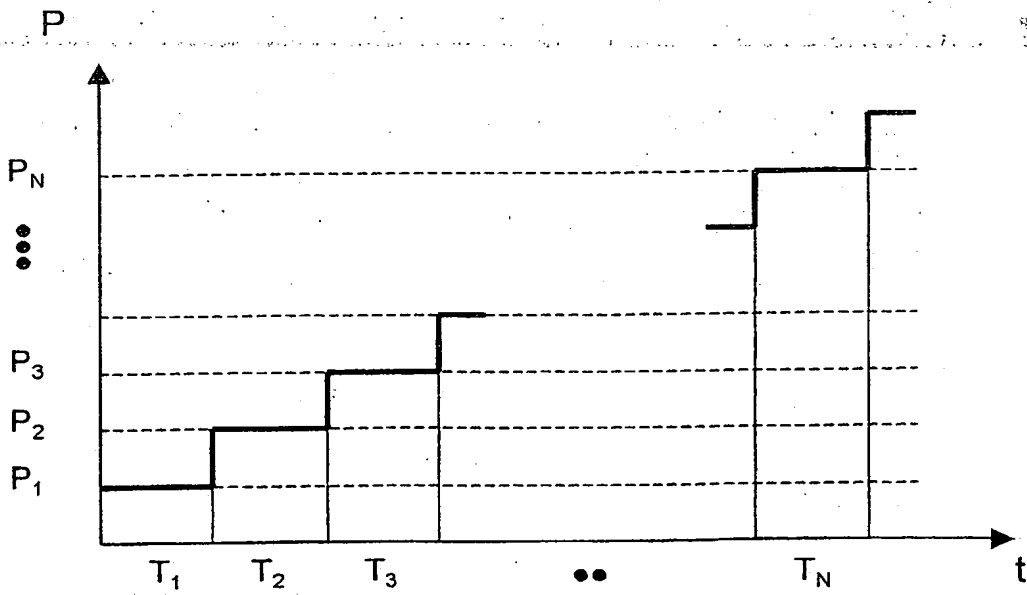


Fig.23

